

**SAVONIA**

# Tuotantotilojen materiaalivirtojen kehittäminen layoutin avulla

**Aki Tarkiainen**

Opinnäytetyö

\_\_\_\_. \_\_\_\_.

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Aki Tarkiainen			
Työn nimi Tuotantotilojen materiaalivirtojen kehittäminen layoutin avulla			
Päiväys	13.4.2012	Sivumäärä/Liitteet	35
Ohjaajat lehtori Anssi Suhonen ja projektipäällikkö Jenni Toivanen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Komas Oy, tuotantopäällikkö Pasi Lantto			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin Komas Oy:n Kuopion Kylmämäen toimitilojen nykyisen layoutin mallintamista ja materiaalivirtojen tarkastelua. Tutkittavana oli Junttan Oy:n Shark-järkäle ja sen tuotannon parantaminen layoutmuutoksilla. Opinnäytetyö oli osa Savonia-ammattikorkeakoulun HitNet-hanketta.</p> <p>Työ toteutettiin tarkkailemalla Komas Oy:n tuotantotiloja ja tekemällä tuotantotiloista paikkaansa pitävä 2D-layoutmalli AutoCad-suunnitteluohjelmalla. 2D-mallissa tuli näkyä nostureiden, työstökoneiden, sähkökaappien, hitsaussolujen ja palopostien paikoitus. Tämän jälkeen keskityttiin kehittämään Shark-järkäleen puolivalmiiden osien varastointia layoutmuutoksilla. Pohjana kehittämiseksi käytettiin alussa tehtyä layoutmallia ja tutkimustyötä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksina Komas Oy sai Kuopion Kylmämäen toimitiloista nykytilaisen layoutmallin, josta nähdään tuotantoon vaikuttavat tekijät. Lisäksi opinnäytetyön tuloksina syntyi Shark-järkäleen osien varastointia parantava layoutmalli, josta Komas Oy saa arvokkaan työkalun tuotannon suunnitteluun. Suunnitellussa layoutmallissa on otettu huomioon myös materiaalivirtoja parantavia seikkoja, sekä otettu kantaa tuotannon parantamiseen.</p>			
Avainsanat Layoutsuunnittelu, varastointi, materiaalivirrat, hitsaava tuotanto, Shark-järkäle			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Aki Tarkiainen			
Title of Thesis Improving Material Flows in Production Premises with the Help of Layout Designing			
Date	April 13, 2012	Pages/Appendices	35
Supervisor Mr. Anssi Suhonen, Lecturer; and Ms. Jenni Toivanen; Project Manager			
Client Organisation Komas Oy, Production Manager Pasi Lantto			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to study the production facilities of Komas Oy, Kuopio. The focus was on modeling the current layout and study the material flow. The hydraulic pile hammer Shark was examined. This project was part of the HitNet-project of Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>The work was conducted by studying the facilities and making an accurate 2D-model of the premises. The model was made with AutoCAD-design program. The model had to show the location of the cranes, machinery, electrical closets, welding cells and fire hydrants. Then, the hydraulic pile hammer Shark was examined and how the storage of the main components could be improved basing on the 2D-model.</p> <p>As a result of this project there was an accurate layout model. In addition to that there was a new layout-model which improves the storage of the components of Shark pile hammer. Some recommendations to improve the material flow were also made.</p>			
Keywords Layout design, storage, material flow, welding production, hydraulic pile hammer Shark.			

## Alkusanat

Opinnäytetyö on tehty Savonia-amk:n HitNet-hankkeelle. Haluan kiittää kaikkia, jotka ovat olleet mukana opinnäytetyöni ohjauksessa. Kiitän Komas Oy:tä ja tuotantopäällikkö Pasi Lanttoa aiheesta ja työnopastamisesta. Opinnäytetyöni ohjauksesta haluan kiittää Savonia-amk:n henkilökuntaa ja erityisesti projektipäällikkö Jenni Toivasta ja lehtori Anssi Suhosta.

Erityisen suuret kiitokset esitän myös perheelleni ja avovaimolleni tuesta ja kannustuksesta opiskeluaikanani.

Kuopiossa 7.5.2012

Aki Tarkiainen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	TYÖN TAUSTAA .....	8
2.1	HitNet-hanke .....	8
2.2	Komas Oy.....	8
2.3	Shark-järkäle .....	9
3	MATERIAALIHALLINTA .....	10
3.1	Materiaalihallinnan tavoitteet .....	10
3.2	Varastointi.....	11
3.3	Varastoinnin merkitys ja suunnittelu .....	12
4	VALMISTUSJÄRJESTELMÄT .....	14
4.1	Tuotantolinjalayout .....	14
4.2	Funktionaalinen layout.....	15
4.3	Solulayout .....	16
4.4	Tuotetehtaat ja verstaat .....	17
5	TUOTANTOTILOJEN LAYOUTSUUNNITTELU .....	18
5.1	Layoutin valinta ja suunnittelu.....	18
5.2	Layoutsuunnittelun tavoitteet.....	20
5.3	Lattiamerkinnät ja turva-alueet .....	20
6	NYKYISEN LAYOUTIN MALLINTAMINEN .....	21
6.1	Esiselvitys ja tuotantotiloihin tutustuminen .....	21
6.2	Nykyisen layoutin mallinnus .....	22
6.3	Laitteiston turva-alueet ja lattiamerkinnät .....	23
6.4	Materiaalivirrat nykyisessä layoutissa .....	24
6.5	Materiaalien varastointi.....	26
7	UUDEN LAYOUTIN MÄÄRITTÄMINEN .....	28
7.1	Laitteiston paikoitus .....	28
7.2	Varastopaikkojen määritys .....	29
7.3	Lopullinen layoutmalli .....	32
7.4	Layoutin vaikutus kustannuksiin .....	33
8	YHTEENVETO.....	35
	LÄHTEET .....	36

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee Komas Oy:n Kylmämäen tuotantotilojen layout-mallintamista ja uuden layoutin suunnittelua. Komas Oy:n Kuopion toimitiloista ei ole tehty paikkaansa pitävää layout-mallia, joten Komas Oy ei ole voinut havainnollistaa tuotantoaan. Layoutin mallinnus helpottaisi tuotannon suunnittelua ja kehittämistä. Uudet toimitilat Kylmämäkeen valmistuivat vuonna 2008.

Työssä tarkastellaan myös tuotantotilojen materiaalivirtaa ja varastoinnin käyttäytymistä. Tulevaisuudessa Komas Oy:n Kuopion yksikössä valmistetaan enemmän Junttan Oy:n Shark-tuoteperheen järkäleitä, mikä lisää varastoinnin tarvetta ja puolivalmisteiden määrää. Nämä tulevaisuuden näkymät on otettava huomioon suunniteltaessa uutta layoutia. Opinnäytetyö on osa Savonian HitNet-hanketta, jossa on mukana Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Työn yhtenä tavoitteena on määrittää tuotantotilojen nykyinen layout. Layoutissa tulee näkyä koneiden, palopostien, kirjauspisteiden, nostureiden, hitsauspaikkojen, sähkökeskusten ja kulkuväylien paikat. Layoutissa tulee olla merkittynä lattiamerkinnot vaadituille kohteille. Layoutiin merkitään tuotannon materiaalivirrat eli lähtevät ja tulevat tavarat sekä varastointi. Opinnäytetyön tavoitteena on myös varastoinnin ja sen tilanteen kartoitus layoutiin nykyistä tilannetta vastaavaksi. Nykyisiä tuotantotiloja ei ole mallinnettu ollenkaan.

Työn toisena tavoitteena on suunnitella paranneltu layoutmalli, jossa on otettu huomioon nykyinen tuotanto, tuotteiden materiaalivirrat ja varastointi. Layout-suunnittelussa tutkittavana on Shark-järkäle ja sen tuotannon parantaminen layoutmuutoksilla. Tulevaisuudessa puolivalmisteita syntyy enemmän, mitä ei ole otettu huomioon nykyisessä layoutissa. Myös komponenttitilausten sarjakoot kasvavat, joten varastointitilaa tarvitaan yhä enemmän. Työssä tarkastellaan myös järkäleen runkojen varastointitapoja ja tilaustoimitusketjua.

## 2 TYÖN TAUSTAA

### 2.1 HitNet-hanke

HitNet-hanke on Savonia-ammattikorkeakoulun ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT) yhteishanke, jonka tavoitteena on hitsaavan teollisuuden hankintatoimen ja toimitusketjun tehostaminen. Molemmilla yhteistyökumppanilla on myös omat osaprojektit: Savonialla on hitsaustoimintaketjun tehokkuuden ja laadun parantaminen ja Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla hitsaavan verkoston hankintatoimen kehittäminen. (Toivanen & Pirinen 2010, 5.)

Savonia keskittyy hankkeessa verkostoyritysten kilpailukyvyn parantamiseen. Hankkeessa on mukana kolme pääyristystä ja näiden verkostoyrityksiä, jotka kaikki toimivat Pohjois-Savon alueella. Tutkimustyön tavoitteena on rakentaa toimintamalli hitsaavan tuotannon tehokkuuden ja laadun parantamiseen verkostomaisessa toimintamallissa. Tavoitteena on hitsaavan verkoston kustannusten pienentäminen 20 % - 50 %.

Projektiin osallistuvat yritykset ovat Junttan Oy, Normet Oy ja Ponsse Oyj sekä näiden verkostoyhteistyökumppaneita. (Toivanen & Pirinen 2010, 7 - 9.)

Erityisesti projektissa nostetaan esille hitsauksen ja materiaalitutkimuksen erityisosaaminen. Projektin soveltavissa tutkimuksissa syntyvät tulokset ovat julkista tietoa, ja niitä voidaan hyödyntää myös muissa yritysverkostoissa. Savonian tavoitteena on kehittää omaa kansainvälistä yhteistyötään ja omaa osaamistaan. (Toivanen & Pirinen 2010, 7.)

### 2.2 Komasa Oy

Komas Oy toimii koneistus-kokoonpano-, hydraulikka- ja logistiikkapalvelujen tuottajana. Yhtiö toimii Suomessa yhdeksässä toimipisteessä, ja sillä on myös tehtaat Puolassa, Kiinassa ja Virossa. Vuonna 2007 Komasa Oy osti Junttan Oy:n osavalmistus- ja hitsaustoiminnot. Komasa Oy:n päätoimipiste sijaitsee Jyväskylässä; Kuopion toimipiste sijoittuu Kuopion Kylmämäkeen. (Komasa Oy 2012.)

Kylmämäen toimitiloissa työskentelee 41 työntekijää ja toimitiloja on 4 600 neliötä. Toimitiloissa hitsataan ja koneistetaan. Komasa Oy valmistamat tuotteet vaihtelevat muutamasta kilosta aina 20 000 kg asti. Kuopion yksikössä valmistetaan tuotteita myös jauhekaarihitsausmenetelmällä. (Komasa Oy 2012.)



### 2.3 Shark-järkäle

Junttan Oy:n Shark-tuoteperheen järkäleet ovat hydraulisia paalutuskoneen iskuvasaroita, joilla juntataan paaluja maahan (kuva 1). Shark-järkäleen suunnittelussa on otettu huomioon erityisesti melun vähentäminen. Shark-järkäleen iskuenergia on 47 - 129 kNm. (Junttan Oy 2012.)



KUVA 1. Shark-järkäle. (Kuva Junttan Oy)

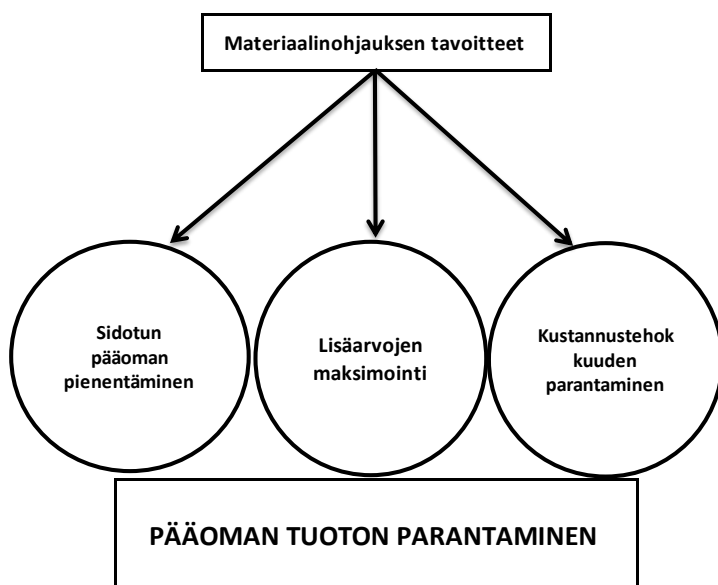
### 3 MATERIAALIHALLINTA

#### 3.1 Materiaalihallinnan tavoitteet

Yrityksessä toimivaan materiaalihallintaan kuuluu raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden varastoinnin, hankinnan ja jakelun hallinnointi. Materiaalihallinnalla on kaksi perustavoitetta: yrityksessä määritellyn palvelutason ylläpito ja materiaalihallinnasta syntyvien kustannuksien vähentäminen (kuva 2). (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 443.)

Materiaalihallinnon vastuulla on, että valmistuksen tarvitsemat tavarat ovat oikeassa ajassa, oikean määräisenä ja sovitun laatusena oikeassa paikassa. Materiaalinhjo-uksella on kolme päätoimintoa: hankinta, varastointi sekä kuljetukset ja jakelu. (Miettinen 1993, 69.)

Yrityksen materiaalihallinnan kustannukset muodostuvat monista tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat ostettujen materiaalien kustannukset. Kuljetus-, vastaanotto- sekä tarkastuksesta ja jakelusta syntyvät kustannukset. Kustannuksia aiheuttavat myös virheellinen materiaali, puutteet ja reklamaatiot. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 443 - 444.)



KUVA 2. Materiaalinhjoituksen päätavoitteet (Haapanen & Valta 1990)

### 3.2 Varastointi

Varastoja tarvitaan turvaamaan tuotantoa ja sen toimintamahdollisuuksia. Varastoja, jotka turvaavat yrityksen toimintaa, ovat väli-, raaka-aine-, tarvike-, varaosa- ja jäteainevarastot. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302.)

Välivaraston tuotteista kootaan lopputuotteita. Välivarasto syntyy, kun jonkin osan valmistus on suurempi kuin sen osan tarve tuotteiden kokoonpanossa. Välivarasto tarvitaan myös, kun lopputuote syntyy yhdistelemällä eri tavoin samoja osia, jolloin tarvittavien osien varastoinnilla taataan toiminnan taloudellinen hyöty ja lyhyet toimitusajat. Välivarasto voi syntyä, kun tuotannossa olevaan pullonkaulaan saapuu uusia osia niin nopeasti, että kaikkia ei ehditä käsittelemään. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302 - 303.)

Puolivalmisteverasto on järkevä sijoittaa tuotannon sellaisiin kohtiin, joissa niitä tarvitaan. Puolivalmisteveraston on oltava yhtä suuri kuin tuotteen menekki maksimaalisen kulutuksen aikana (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 105).

Raaka-aine ja tarvikevarastot ovat tarpeellisia, kun tavaran jatkuva saanti ei ole mahdollista, tavaran hankintahinta pienissä erissä on kallista tai tavaran toimitusaika on pidempi kuin asiakkaalle luvattu toimitusaika. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302.)

Varaosavarastot turvaavat tuotannon jatkuvuuden. Varaosavarastoissa varastoidaan koneiden ja laitteiden sellaisia osia, joita ei voi saada nopeasti koneiden valmistajilta. Niissä varastoidaan myös osia ja pientarvikkeita, jotka ovat välttämättömiä koneiden kulumien ja vaurioiden korjaamiseen. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 303.)

Puskurivarastoja käytetään turvaamaan yrityksen tuotantoa. Usein tuotannon läpäisy aika on pidempi kuin asiakkaan vaatima toimitusaika. Läpäisyajan vuoksi yrityksellä on oltava käytössä puskurivarastoja, jotka turvaavat toimintakyvyn ja halutun palvelutason. Puskurivarastoilla tasoitetaan myös menekkivaihtelua. Puskurivarastoja voi olla tuote-, materiaali- ja puolivalmisteverastoissa ja niitä mitoitetaan halutun palvelutason mukaan. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 446.)

### 3.3 Varastoinnin merkitys ja suunnittelu

Jotta voidaan valmistaa nopeasti tiettyjä lopputuotteita ja komponentteja, on varastointi ainoa vaihtoehto, muuten toimitusajat venyvät liian pitkiksi. Varastojen sijainnit ja varastoitavat määrät vaativat jatkuvaa suunnittelua ja kontrollointia, jotta tuotteen toimituskyky ja taloudelliset tavoitteet täyttyvät. Varastointi ja varastot ovat tärkeä ja oleellinen osa liiketoimintaa, eikä ilman niitä liiketoiminnan pyörittäminen ole sujuvaa. Yrityksen talouden kannalta varastoinnissa on päästävä siihen, että löydetään se pienin määrä tavaraa, jolla turvataan liiketoiminnan katkeamaton jatkuminen. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 305.)

Varastojen koon määrittely on materiaalihallinnan tärkeimpiä tehtäviä. Varaston koko mitoitetaan siten, että vaihtelevissa kysyntätilanteissa pyritään pääsemään haluttuun palvelutasoon. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon menekkivaihteluiden tasaaminen. Kysynnän ollessa hiljaista valmistetaan tuotteita varastoon odottamaan menekin huippua. Yrityksen menekin ollessa hyvin vaihtelevaa ja huonosti ennustettavaa täytyy yrityksen nostaa varastotasoa, jotta pystytään turvaamaan hyvä toimintakyky. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 449 - 450.)

Liiallisella varastoinnilla voi myös nostaa kustannuksia. Kustannukset kasvavat sen mukaan, mitä enemmän varastoissa on tavaraa. Varastomäärien optimointi onkin yksi yrityksen tärkeä tehtävä. Varasto ei saa kasvaa liian suureksi, mutta se on oltava riittävän suuri, että toiminnan häiriötön jatkuminen on mahdollista. (Miettinen 1993, 75 - 76.)

Varastointikustannukset syntyvät seuraavista tekijöistä:

(Pauli Miettinen 1993, 76.)

- pääomakustannukset
- tilakustannukset
- varaston työvoimakustannukset
- kaluston aiheuttamat kulut
- sisäiset kuljetukset
- hävikki (epäkurantti tavara)
- vakuutukset
- puutekustannukset
- ATK-kustannukset.

Hyvän varaston tunnistaa siistiydestä ja järjestyksestä, mikä takaa varaston laadukkaan toiminnan. Varastoja on pidettävä hyvässä järjestyksessä ja käytävät on pidettävä puhtaina tyhjiä pahveista ja lavoista. Varastojen siisteys edistää myös turvalli-

suutta. Suurin tapaturman aiheuttaja varastoissa on kompastuminen vieraaseen esineeseen. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 384 - 385.)

## 4 VALMISTUSJÄRJESTELMÄT

Tuotantotilojen koneet ja laitteet ja näiden väliset työnkulut muodostavat valmistusjärjestelmän. Valmistusjärjestelmää kutsutaan englanniksi nimellä lay-out. (Miettinen 1993, 31.)

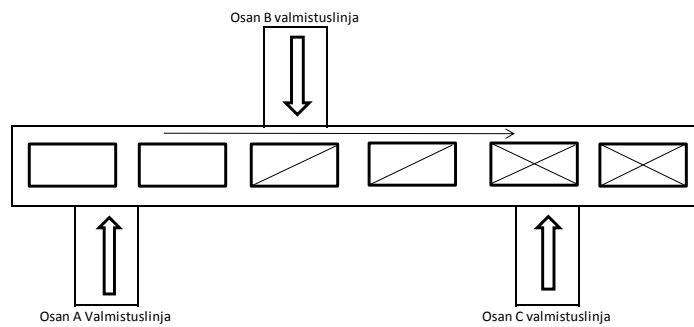
Tuotantotiloissa oleva valmistusjärjestelmään koostuu valmistusyksiköistä sekä niiden välisestä logistisesta järjestelmästä ja tukiyksiköistä. Valmistusyksikköön voi kuulua osavalmistus-, kokoonpano- tai yhdistettyjä yksiköitä. Eri yksiköt saattavat noudattaa eri toimintatapoja. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 79.)

### 4.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinja tyypisessä layoutissa kaikki koneet ja laitteet ovat linjamaisessa muodostelmassa ja järjestetty tuotteen työnkulun mukaisesti. Tuotantolinjalayoutissa valmistetaan vain tiettyä tuotetta ja kappaleen valmistus ja siirtely on automatisoitua. Layouttyypin rakentamisen edellytys on korkea kuormitusaste ja korkea volyymi. Linjan valmistuskustannukset ovat suuret automaation takia, mutta suuren valmistusmäärän takia tuotteen kappalehintaa jää alhaiseksi (kuva 3). (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Tuotantolinja tyypisen layoutin ongelma on, että pienikin virhe linjalla vaikuttaa koko linjan tuotantoon. Myös laadunvalvonnan on oltava hyvää koko linjalla, koska häiriötilanteista aiheutuu suuria kustannuksia ja linjalta voi syntyä paljon virheellisiä tuotteita. Tuotantolinjamaiselle layoutille on ominaista selkeä työnkulku ja sen helppo tuotannonohjaus ja sitä ohjataan yhtenä kokonaisuutena. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475 - 476.)

Suunniteltaessa tuotantolinjalayoutia pitää ottaa huomioon materiaalivirtojen tarkoituksenmukainen järjestely. Eri työvaiheita suunniteltaessa tulee huomioida tuotantolinjan tasapainottaminen siten, että saadaan paras tuottavuus ja poistettua aikahäviöt. Esimerkiksi siirtämällä kokoonpanon työntehtäviä työpisteeltä toiselle aikahäviöitä voidaan minimoida. Työvaiheiden siirtely on kuitenkin hankalaa, koska vaiheiden suoritusjärjestys on kiinteä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 486.)



KUVIO 1. Tuotantolinjalayout (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476)

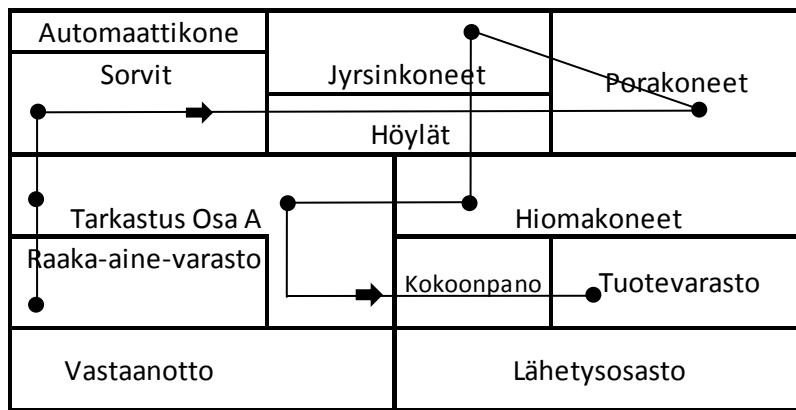
## 4.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisessa layoutissa kaikki työvaiheiden paikat on määritelty niiden samankaltaisuuden mukaan (kuva 4). Layoutissa tuotetyypit ja määrät vaihtelevat huomattavasti ja tuotteet tehdään joko sarjoina tai yksittäiskappaleina. Funktionaalisen layoutin koneet ja laitteet ovat yleiskoneita, joilla pystytään valmistamaan useita erilaisia tuotteita. Tällä layouttityypillä pystytään valmistamaan joustavasti erilaisia tuotteita ja kapasiteetin nostaminen on helppoa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)

Tuotannonohjaus on toteutettu eri työvaiheisiin jonottavien kappaleiden järjestelyllä. Layoutissa oikea-aikainen töiden ohjaus on hankalaa. Kasuvat työjonot pidentävät läpäisyaikaa ja lisäävät keskeneräisen tuotannon määrää. Työpisteiden suurien etäisyyksien takia materiaalien käsittelykustannukset nousevat suuriksi ja hankaloittavat laadunhallintaa. Toteutettuna funktionaalinen layout on helpompi ja halvempi kuin tuotantolinjamainen layout, mutta kuormitusaste jää pienemmäksi. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)

Funktionaalisessa systeemissä tuotannon ohjattavuus on todella huono ja se huononee systeemin koon kasvaessa. Funktionaalisessa systeemissä onnistunut ohjaus vaatii noin 3 - 6 ohjauspistettä tai henkilöä. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 80.)

Suunniteltaessa funktionaalista valmistusjärjestelmää tärkein tehtävä on minimoida osastojen välisiä turhia siirtelyjä. Layoutissa koneiden ja laitteiden paikat tulee olla mahdollisimman helposti liikuteltavissa ja muunneltavissa. Tuotemuutokset vaativat yleensä myös valmistuskoneiden järjestyksen muuttamista. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)



KUVIO 2. Funktionaalinen layout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 477)

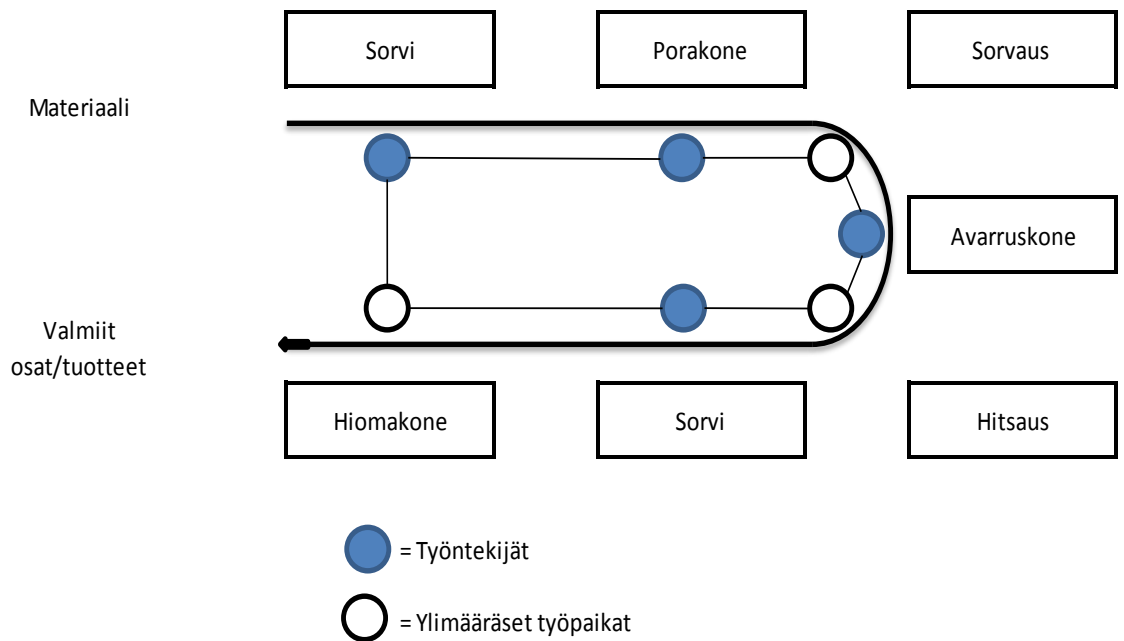
### 4.3 Solulayout

Solulayout on funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjamaisen layoutin välimuoto. Solulayout koostuu koneiden ja työpaikkojen ryhmistä, jotka tekevät vain tietyn työvaiheen tuotteen kiertokulussa. Solulayoutissa materiaalivirrat ovat selkeitä ja läpäisyajat lyhyempiä kuin funktionaalisessa layoutissa eikä materiaalivarastoja synny (kuva 5). Verrattaessa solumaista layoutia funktionaaliseen ja tuotantolinja layoutiin asetusajat ovat lyhyempiä ja tuotanto joustavampaa ja tehokkaampaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 477 - 478.)

Solujärjestelmässä layoutin rakenne sekä ohjaus selkeytyvät, koska solu yhdistää monia eri valmistuksen vaiheita ohjattavuus yhdistyy kokonaisuudeksi. Yhdistettäessä eri vaiheita läpäisy aika lyhenee ja keskeneräisen tuotannon määrä laskee. Solun hoitaessa itse oman työjärjestyksenä myös ratkaisut tapahtuvat lähempänä tarvetta ja näin järjestelmä toimii nopeammin ja tehokkaammin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 92.)

Solujärjestelmässä tuotannonohjaus on yksinkertaista ja tuotteiden eräkoot ja tuotantomäärät voivat vaihdella suuresti. Laadunvalvonta onnistuu hyvin, koska valmistusvaiheet suoritetaan samalla alueella. Tuotantojärjestelmässä virheiden korjaaminen ja löytäminen on helppoa. Tuotantokoneiden ja laitteiden kuormitusasteet voivat vaihdella paljon layoutissa. Solussa työskentelevät ovat itsenäisesti vastuussa työn suorittamisesta ja suunnittelusta ja työntekijät voivat vaikuttaa itse työnjakoon ja tehtävien kiertoon. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 478.)





KUVIO 3. Solulayout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 478)

#### 4.4 Tuotetehtaat ja verstaat

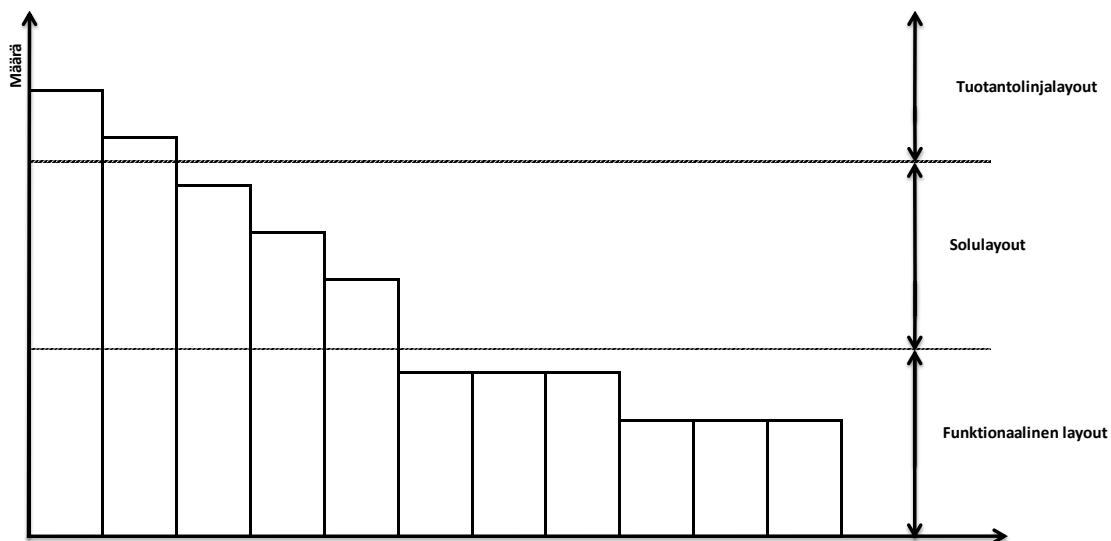
Suurissa tuotantotiloissa toiminta voidaan jakaa tuotetehtaisiin ja verstaisiin. Aikaisemmin oli käytössä käsitteet verstaas ja verstaatus, jotka tarkoittavat tuotannon jakamista pienempiin yksiköihin. Nykyään käytetään tuotetehdas-termiä. Tuotetehdas on oma itsenäinen yksikkönsä, joka on vastuussa oman tuotteen tai osan valmistuksesta. Tuotetehtaan suuruus on noin 30 - 100 henkeä ja sen avulla pyritään tuottavuuden parantamiseen ja toiminnanohjauksen yksinkertaistamiseen. Ohjaus tuotetehtaassa on yksinkertaista, koska tuotetehdas on yrityksen oma sisäinen toimittaja. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 478 - 479.)

## 5 TUOTANTOTILOJEN LAYOUTSUUNNITTELU

### 5.1 Layoutin valinta ja suunnittelu

Layout-suunnittelulla tarkoitetaan laitteistojen, kuljetusväylien ja varastojen sijoittelua tuotantotiloissa. Layout-suunnittelu termiä käytetään, kun puhutaan laitteiden sijoittelusta ja silloin, kun puhutaan koko järjestelmän suunnittelusta. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Layout-tyyppi tulee valita tuotevalikoiman koon ja tuotantomäärien perusteella (kuva 6). Tuotantolinja-layoutia sovelletaan, kun tehdään isoja määriä samanlaisia tuotteita. Funktionaalinen layout on käyttökelpoinen, kun valmistetaan paljon erilaisia kappaleita, mutta niiden valmistusmäärät eivät ole suuria. Solulayoutia käytetään, kun valmistetaan eri tuotteita kohtuullisen paljon, mutta ei kuitenkaan siten, että niiden tekoon kannattaisi muodostaa omaa tuotantolinjaa. Solulayout on joustavampi valmistettaessa erilaisia tuotteita verrattuna tuotantolinja- tai funktionaaliseen layoutiin. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 479.)

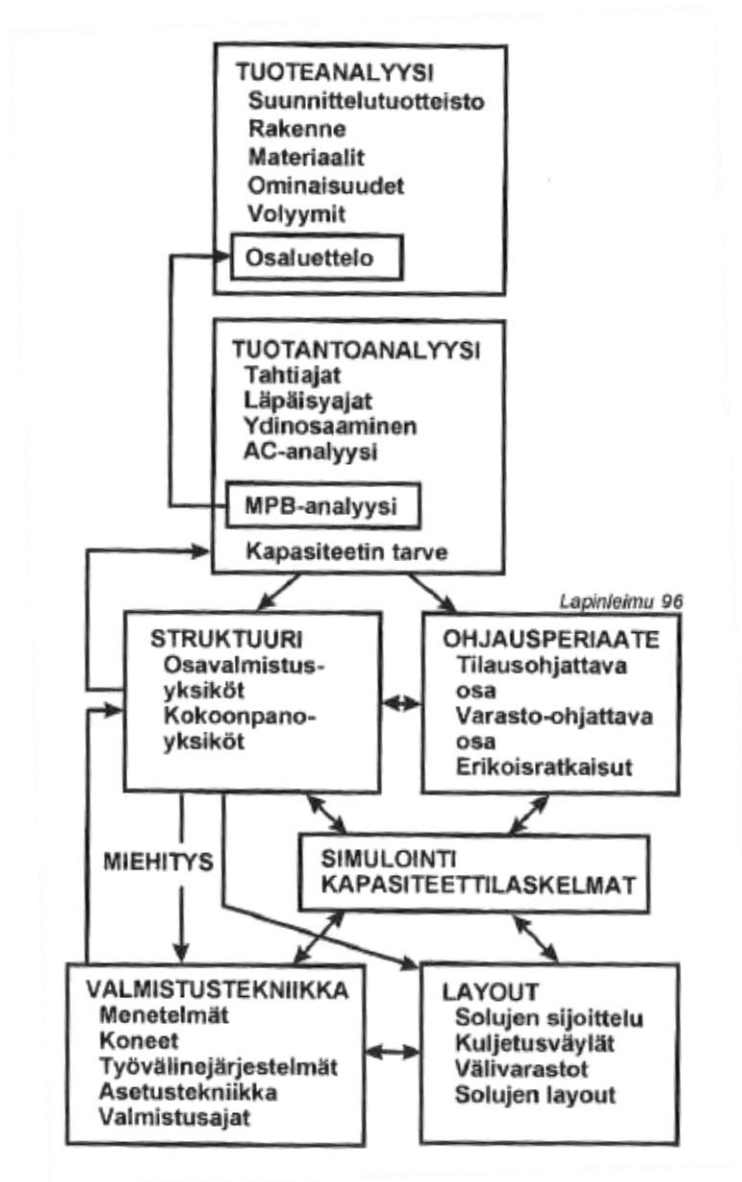


KUVA 3. Tuote-määrä- analyysi. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 479)

Tuotantolaitoksen valmistusjärjestelmä koostuu useista erilaisista layoutin osista. Layout saattaa vaihdella tuotannon erivaiheiden mukaan. Kokoonpanossa tuotantotiloissa voi olla käytössä funktionaalinen- tai solulayout, jos tuotteet kasataan linjassa. Tehtaissa joissa erilaisia tuotteita on riittävästi, voidaan ne yhdistää samaan valmis-

tusprosessiin ja näin saada tehtaaseen muodostettua tuotantosolu tai tuotantolinja. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 480.)

Valmistusjärjestelmä ja sen toteutus on monimutkainen prosessi ja suunnittelun lopputulos on aina jonkin asteinen kompromissi (kuva 7). Tuotantojärjestelmässä optimaalista layout-ratkaisua on mahdotonta löytää, koska layout-suunnitteluun vaikuttaa niin paljon erilaisia tekijöitä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 481.)



KUVA 4. Tuotantojärjestelmän suunnittelu. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997,301.)

## 5.2 Layoutsuunnittelun tavoitteet

Layout-suunnittelulla pyritään materiaalivirtojen tehokkaaseen suunnitteluun. Osastojen ja työpisteiden sijoittelulla pyritään minimoimaan turhat materiaalin kuljetuskerrat ja pitkät siirtymämatkat. Tuotannonohjauksen ja kehittämisen kannalta on järkevää pyrkiä yksiselitteisiin materiaalivirtoihin. Edistyneessä layoutissa kannattaa pyrkiä työpisteiden lyhyisiin välimatkoihin, jotta materiaalin kuljetusetäisyydet jäisivät mahdollisimman pieniksi. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 481.)

## 5.3 Lattiamerkinnät ja turva-alueet

Layoutiin merkittiin lattiamerkinnät varastoille, työstökoneille ja käytäville. Merkitsemisessä käytettiin apuna Komas Oy:n trukin tilantarvetta ja käytössä olevaa standardia tarpeen mukaan. Voimassa oleva standardi löytyi palokaapeille.

”Suojakaapin ovien on avauduttava vähintään 170°, jotta letku voi juosta vapaasti mihin tahansa suuntaan (kuva 10). Joissain olosuhteissa voi olla tarpeen varustaa suojakaappi sopivilla tuuletusaukoilla.” (SFS-EN 671-1, 12.)



KUVA 5. Suojakaappi mikä ei täytä standardin vaatimuksia. (Valokuva Aki Tarkiaisen.)

## 6 NYKYISEN LAYOUTIN MALLINTAMINEN

### 6.1 Esiselvitys ja tuotantotiloihin tutustuminen

Tuotantotilojen esiselvitystä tehtiin opinnäytetyön alusta asti. Tarkkailun kohteena oli tuotantotilojen layout ja materiaalinkulku tuotantotiloissa. Työn alussa täytyi tehdä tarvittava tutkimustyö layoutin piirtämistä varten. Tuotantotiloista ei ollut paikkaansa pitävää layout-mallia, vaan pelkkä karkea luonnos, josta kävi ilmi tuotantotilojen mitat ja osa työstökoneiden paikoista. Tämän luonnoksen pohjalle ryhdyttiin tekemään layoutin mallintamista.

Esiselvityksessä tarkasteltiin työstökoneiden sijoittelu, nostureiden sijainnit, varastointihyllyt, hitsauspaikat sekä palo- ja sähkökaapit. Layoutmallista yritys saa arvokkaan työkalun, jolla se voi suunnitella koneiden paikoitusta, uusia laitehankintoja tai tuotannon tehostamista.

Tuotantotiloissa on selvästi käytössä funktionaalinen layout, koska tuotteet ovat hyvin monimuotoisia ja ne vaihtuvat tuotannossa tiuhaan. Hitsaus tapahtuu kokonaan omassa osiossaan (kuva 8) ja koneistus omassa osiossaan (kuva 9).



KUVA 6. Hitsaustuotanto tapahtuu omalla puolellaan. (Valokuva Aki Tarkiainen.)



KUVA 7. Työstökoneiden puoli. (Valokuva Aki Tarkiainen.)

## 6.2 Nykyisen layoutin mallinnus

Mallinnustyön alkuvaiheessa päätettiin, että mallinnukseen käytetään AutoCad-suunnitteluohjelmaa ja layoutista tehdään 2D-malli. 3D-mallista ei yritykselle olisi niin suurta käyttöarvoa, että sitä kannattaisi tehdä koko tuotantotiloista. Tulevaisuudessa varastointitiloista voidaan tehdä 3D-mallin joka havainnollistaisi varastoitavissa olevaa tyhjää tilaa.

Aluksi layoutia piirrettiin käsin paperille kirjaamalla koneiden, nostureiden, hitsauspaikkojen, varastohyllyjen, sähkönjakokeskusten ja palopostien sijainnit. Tämän luonnoksen pohjalta piirrettiin AutoCad-suunnitteluohjelmalla tarvittavat kohteet oikeassa suhteessa layoutiin.

Layoutin mallinnustyötä tehtäessä täytyi olla tarkkana koneiden ja laitteiden sijoittelussa. Koneiden piti olla oikealla paikalla ja oikean kokoisia, jotta layout olisi paikaansa pitävä. Nostureiden oikea paikoitus oli myös tärkeää, jotta voitiin havainnollistaa, miten hyvin nosturi kattaisi käytettävän työalueen. Uusi layout helpottaa tulevaisuudessa nostureiden hankintaa, koska siitä nähdään suoraan nostureiden työalueet.



Layoutin mallinnus onnistui melko nopeasti, mikä edesauttoi työn jatkamista materiaalinseurantaan. Mallinnustyön apuna käytettiin laseretäisyysmittaria jolla pystyttiin mittaamaan tarvittavia etäisyyksiä.

### 6.3 Laitteiston turva-alueet ja lattiamerkinnot

Laitteistojen turva-alueita selvittäessä ei tarkkoja standardeja tai määritelmiä ollut kyseisille laitteille, joten tarkkailua tehtäessä itse paikalla, mikä olisi sopiva turvaetäisyys kullekin koneelle. Sen sijaan osalta löytyi voimassa oleva paloposteja koskeva SFS-EN 671-1 standardi, jonka mukaan palopostin oven on avauduttava vähintään 170 astetta, että paloletku tulisi sieltä varmasti ulos hätätilanteen sattuessa. Turva-alueet ovat tärkeitä esimerkiksi uhkaavissa tulipalotilanteissa. Palopostin ympärillä oleva tavara voi haitata sammutuskaluston käyttöä ja sammutustyötä.

Työstökoneille ei standardin mukaista turva-aluemerkintää ollut, mutta turva-alueet määriteltiin kunkin koneen koon mukaan. Hitsaussolut merkittiin layoutiin samanlaisiksi joka pisteelle. Turva-alueet on määritetty niin, että alueen ulkopuolelle ei ulotu koneen liikkuvia osia. Koneistukseen tulevat tavarat vaihtelivat myös suuresti kokonsa puolesta, mikä lisäsi turva-alueen kokoa (kuva 11).



KUVA 8. Suurikokoinen kappale koneistuksessa. (Valokuva Juha Nissinen.)

Hitsaussoluihin ei lattiamerkintöjä ollut järkevää tehdä, koska hitsaussolujen oltava niin muunneltavissa, että niissä pystytään tekemään monia erilaisia kappaleita, koska tuotteiden vaihtuessa nopeaan tahtiin myös hitsaussolujen on vaihduttava. Tämän takia hitsaussolujen välissä on kevytrakenteiset valoverhot, joita on helppo siirrellä tarpeen vaatiessa (kuva12).



KUVA 9. Hitsaussolu. (Valokuva Juha Nissinen.)

Lattiamerkinnöissä tuli ottaa huomioon Komas Oy:n käytössä olevat trukit ja niiden tilantarve. Lattiamerkintöjen ensisijainen tarkoitus oli osoittaa kulkuväylät, jotka on pidettävä vapaana. Kulkuväylille ei saa sijoittaa kuormalavoja tai mitään muuta kulkua estävää tavaraa.

Kuormalavahyllyjen lattiamerkinnät toteutettiin siten, että kuormalavahyllyjen molemmille puolelle jätettiin tilaa hyllyjen lastaukseen ja purkamiseen. Merkinnöissä otettiin huomioon, että merkitylle alueelle päästään hyvin trukilla lastaamaan ja purkamaan kuormalavahyllyjä. Hyllymerkintöjen sisäalueelle ei saa sijoittaa mitään tavaraa, jotta hyllyihin olisi vapaa päästävyys molemmilta puolin hyllyä. Kirjauspisteille tehtiin myös turva-alueet, että kirjautumispisteen edusta olisi aina vapaa kululle ja kirjautumiselle.

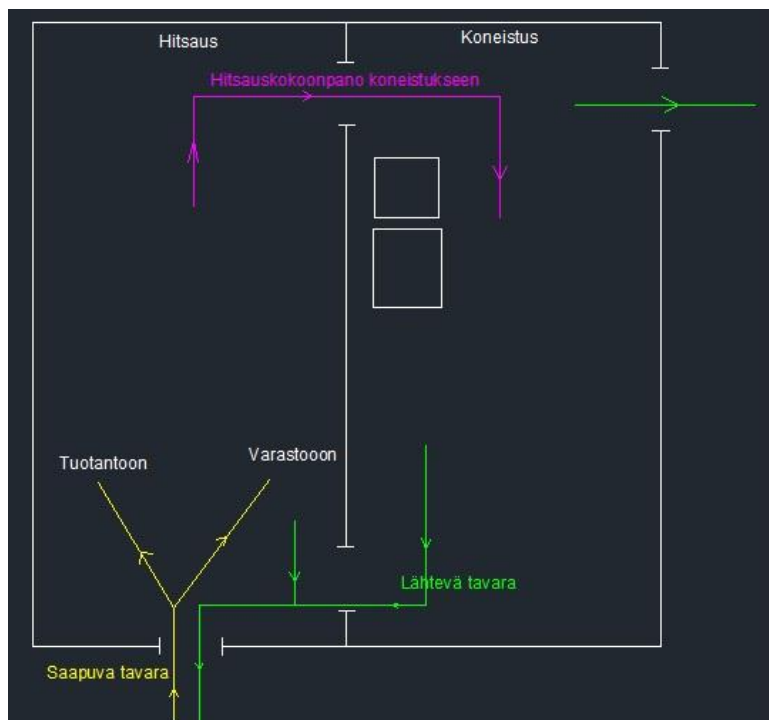
#### 6.4 Materiaalivirrat nykyisessä layoutissa

Materiaalivirran tarkkailu aloitettiin seuraamalla tuotantoa ja sitä kuinka materiaali saapui hitsauspaikalle ja kuinka hitsattu kokoonpano liikkui tämän jälkeen työstettäväksi. Materiaalien liikkeet lisättiin tulostettuun layoutiin ja paperiversiosta AutoCad-



ohjelmalla varsinaiseen layoutiin. Ohjelmalla eri liikevaiheet merkittiin eri väreillä, jotta ne erottuisivat selkeästi. Layoutiin merkittiin karkeasti vain saapuvien ja lähtevien tavaroiden liikkeet ja kokoonpanojen liikkuminen koneistukseen ja viimeistelyyn.

Materiaalivirrat nykyisessä layoutissa ovat osalle tuotteista melko suoraviivaisia, mutta joillekin tuotteille tulee paljon edestakaista liikettä. Tilattu tavara saapuu päätyoves- ta ja menee suoraan tarvittavaan hitsauspaikkaan ja tuotantoon. Tavarahan täytyy saapua tuotantotiloihin juuri oikeaan aikaan ja aina tarpeen mukaan. Suuria viivästyksiä ei voi syntyä, muuten koko toimitusaika pitenee huomattavasti. Materiaalivirtojen tulisi olla mahdollisimman suoraviivaisia, että tuotanto olisi tehokasta ja materiaalin liikkeet tapahtuisivat vain tarpeen mukaan. Ylimääräiset siirtelyt ja kierrot lisäävät kustannuk- sia ja aikaa valmistuksessa. Layoutin periaate näkyy kuvassa (kuva 13), johon on merkattu materiaalinkulku pääperiaatteiltaan.



KUVA 10. Periaatelayout. (Aki Tarkiainen.)

Käytännössä materiaalivirta koostuu saapuvasta materiaalista, osien valmistuksesta, osakokoonpanosta, viimeistelystä ja lähtevästä tavarasta. Varastossa tavaraa on hyvin vähän. Pullonkaulakohtia syntyy koneistukseen menossa oleville kappaleille. Kappaleet lähtevät tilaajille sitä mukaa, kun niitä valmistuu. Valmiille tuotteille on varattu paikka hallin päädyssä (kuva 14).



KUVA 11. Lähtevän tavarán paikka. (Valokuva Aki Tarkiainen.)

## 6.5 Materiaalien varastointi

Materiaalien varastointi on toteutettu niin, että puolivalmiita tuotteita ei valmistuksessa synny. Jokaiselle valmistettavalle tuotteelle on kulloinkin juuri oikea määrä tavaraa eikä puskurivarastoja näin tule. Varastointi on nykyhetkellä hieman sekalaista, ainoastaan lähtevälle tavaralle on määritetty tarkasti oma paikkansa. Tuotteiden osille ei ole määritetty omia paikkojaan, vaan yhden tuotteen valmiiksi saamiseksi saattaa hitsaaja joutua kiertämään ympäri hallia keräämässä oikeita osia. Pienempiä kokoonpanossa tarvittavia osia on hyllyssä melko runsaasti, mutta hitsaaja joutuu keräämään nekin itse. Saapuvat leikkeet viedään suoraan hitsauspaikan läheisyyteen odottamaan kokoonpanoa, jolloin hitsaaja ottaa kulloinkin tarvitsemansa tavarán hitsauspaikan vierestä. Levyleikkeitä säilytetään myös hitsaussolujen läheisyydessä (kuva 15). Isojen leikkeiden kuljettamisesta vastaa varastomies.



Kuva 12. Hitsauskokoontamiseen meneviä levyleikkeitä. (Valokuva Aki Tarkiainen.)

Tulevaisuudessa Shark-järkäleen tuotantoa tullaan lisäämään huomattavasti, mikä vaikuttaa tuotannon kuormittamiseen ja läpimenoaikojen lyhentämiseen. Varastoon pitää varata enemmän tavaraa ja puolivalmisteiden määrä kasvaa. Varastointitarpeen lisääminen tulee ottaa huomioon tulevaisuuden layoutia suunniteltaessa lisäämällä varastointitilaa. Shark-tuotantoperheen järkäleitä valmistetaan kahden pareissa, mikä lisää varastoitavan materiaalin määrää. Tulevaisuudessa myös tilattavien osien määrä kasvaa ja että päästäisiin hyviin läpäisyaikoihin, on pienempiä osia tilattava enemmän varastoon, mikä kasvattaa varaston kokoa ja nimikkeiden määrää. Nykyisin ongelmana ovat kuitenkin pitkät ja epätasälliset toimitusajat

## 7 UUDEN LAYOUTIN MÄÄRITTÄMINEN

### 7.1 Laitteiston paikoitus

Laitteiston uutta sijoittelua mietittäessä tarkkailussa oli Shark-järkäleen valmistettavuuden parantaminen. Tarkastelussa oli kaikki Shark-tuoteperheen järkäleen osat ja niiden valmistaminen ja varastointi. Merkittävänä uutena asiana uuden layoutin määrittelemisessä tuli puolivalmiiden tuotteiden varastoiminen. Puolivalmiit tuotteet lisäävät merkittävästi varastopaikkojen tarvetta. Syntyvät puolivalmisteet ovat lisäksi isokokoisia, mikä hankaloittaa varastopaikkojen sijoittelua.

Viitearvoina uutta layoutia mietittäessä oli, että työstökoneiden paikoitusta ei pystyttäisi muuttamaan. Työstökoneet ovat niin massiivisia ja ne on asennettu niin syvälle lattiaan, että niitä on erittäin hankala siirrellä. Toisena seikkana oli, että putkenleikkauspaikka saattaisi pienentyä Komas Oy:n toimitiloista. Koneistuspuolella sijaitseva ylärunkojen peltien hitsaussolu jäisi vielä entiselle paikalleen, koska vanhojen runkoja valmistetaan paljon. Tärkeää oli että tätä aluetta saataisiin siistimmäksi ja raivatuksi kaikesta turhasta tavarasta. Pellityssolu haluttiin merkata omaksi pysyväksi solukseen, niin että sen paikalle ei tulisi turhaa tavaraa (kuva 16).



Kuva 13. Pellityssolu. (Valokuva Aki Tarkiainen.)

Laitteiston paikoitusta mietittäessä ei ollut järkevää koko tuotantorakenteen muutoksiin, vaan pyrittiin pysymään perusratkaisuissa. Osaltaan tähän vaikutti sekin että kyseessä oli vain yksi tuote minkä materiaalivirtaa tarkasteltiin tuotannossa ja minkä valmistettavuutta pyrittiin parantamaan. Layoutiin ei tehty muutoksia laitteistonpaikoituksen osalta, mutta kullekin työstökoneelle lisättiin saapuvan ja lähtevän tavarapisteet.

## 7.2 Varastopaikkojen määrittäminen

Varastointia uudelleen tehtäessä lähtökohtana oli, että mitään varastoitavia tavaroita ei vietäisi ulos, vaan kaikki tavara olisi tuotantotilojen sisällä. Varastopaikkoja tullaan tarvitsemaan Shark-järkäleen rungon kaikille osille, jotka ovat ylärunko, alarunko, jatkorungot, iskutyyny, paalupesät, ohjauskartiot ja luistit. Tällä hetkellä Komas Oy:n tiloissa ei ole valmiille tai puolivalmiille tuotteille määritetty omia varastopaikkoja, vaan tavarat saattavat olla ympäri hallia. Tuotteiden ollessa aina omalla paikallaan, voi varastomies nähdä heti puuttuvat tavarat.

Läpimenoajan lyhentämiseksi materiaalivarastot sijoitettiin mahdollisimman lähelle valmistuspistettä. Esimerkiksi iskutyynyjä hitsataan paljon jauhekaarihitsauksella, niin oli järkevää sijoittaa tarvittavat komponentit jauhekaarihitsauspaikalle. Lisäksi kullekin valmistusvaiheelle tehtiin niin sanotut tulevan ja lähtevän tavarapisteet. Työntekijän saadessa osan valmiiksi hän laittaa sen lähtevän tavarapisteelle ja varastomies hakee sen. Kun saapuvan tavarapiste on tyhjä, varastomies hakee siihen uuden työn.

Iskutyynyjen valmistus alkaa niiden sorvauksella, minkä jälkeen ne hitsataan jauhekaarihitsauksella. Hitsauksen jälkeen iskutyyny menee lämpökäsittelyyn, jonka jälkeen se viimeistellään sorvilla ja pintakäsittellään. Tämän valmistusketjun takia on järkevää, että iskutyynyjen valmistukseen tarvittavat materiaalit sijaitsevat jauhekaarihitsauksen lähetyksillä, joko lavoilla tai kuormalavahyllyillä. Esikoneistetut aihiot sijoitetaan jauhekaarihitsauksen viereen, mistä on lyhyt matka sorvaukseen, hehkutukseen ja hitsaukseen. Iskutyynyjen raaka-aihiot sijoitettiin lähelle karusellisorvia, mistä ne olisi helppo kuljettaa koneistettavaksi ja jälleen hitsaukseen. Suurin osa koneistuksista tehdään karusellisorvilla tai perinteisillä sorveilla, jotka sijaitsevat lähellä hallin päätyä. Iskutyynyjen varastointi kuormalavalla oli paras vaihtoehto, koska iskutyyny olivat painavia ja tilaa vieviä. Iskutyynyjen aihioille ja esikoneistetuille osille tehtiin layoutiin lattiamerkinnät karusellisorvin ja jauhekaarihitsauksen viereen.

Järkäleen rungon valmistuksen paikoitusta uudelleen suunniteltaessa haluttiin rungot varastoida mahdollisimman tilaa säästävällä tavalla. Vaihtoehtoina pidettiin pystyssä varastointia: kaikki rungot asetettaisiin pystyyn seinustan vierelle ja ne tuettaisiin, niin että ne eivät pääsisi kaatumaan. Runkojen varastoinnissa ongelmana olivat runkojen eri pituudet. Toinen vaihtoehto oli varastoida perusrungot hyllyyn poikittain ja ylärungot seinän viereen pystyyn. Tällä varastointitavalla säästytettäisiin pitkien perusrunkojen pyörittelyltä. Ongelmana pystyyn varastoinnissa oli myös se, että runko saattaisi kaatua ja kiinnitys tulisi niin korkealle, ettei sitä ilman tikkaita ylettäisi kiinnittää. Runkojen hyllyyn varastointia varten suunniteltiin hyllykkö, johon mahtuu kolme runkoa. Hyllyyn varastoinnilla tilantarve on vähäinen ja rungot eivät ole vaarassa kaatua.

Jatkorunkojen varastoinnissa oli ajatuksena, että varastointi onnistuisi mahdollisimman yksinkertaisesti, ilman suuria muutoksia. Tämän takia järkevää oli varastoida jatkorungot lavoille, joilta ne on helppo siirrellä ja lähettää maalaukseen. Lavojen sijoittelu kuormalavahyllyille selkeyttää yleistä järjestystä, koska puuttuvat tavarat huomataan heti. Jatkorunkojen varastointitarve ei myöskään ole niin suuri, että niitä tarvittaisiin suuria määriä varastoon.

Paalupesien ja ohjauskartioiden varastoinnissa päädyttiin siihen, että yksinkertaisimmaksi vaihtoehdoksi soveltuisi kuormalavoille varastointi. Tavaroita on helppo ottaa kuormalavoilta ja lähettää jälleen eteenpäin. Paalupesät eivät ole kovin leveitä mutta melko korkeita, ja ne mahtuvat hyvin sisäkkäin, mikä helpottaa varastointia. Ohjauskartiot ovat taas melko matalia, mutta aika leveitä. Ohjauskartioita mahtui lavalla useampia, mutta lavanreunat ylittyivät. Ohjauskartioita pystyttiin varastoimaan kuormalavahyllyjen alle tilaa säästävällä tavalla.

Materiaalivirran sujuvan kulkemisen takaamiseksi päädyttiin siihen, että tarvittavat materiaalit varastoidaan sille puolelle tuotantotiloja, missä niitä tarvitaankin. Esimerkiksi valmiit järkäleen osat varastoidaan hitsaustuotannon puolelle, jotta niillä olisi lyhin mahdollinen matka lähtevän tavarankin paikalle. Varastoinnin ongelma on hyllyjen vähäinen käyttö. Jos turhat tavarat saataisiin hyllyistä pois, kaikki lattialle varastoitava tavara saataisiin siististi hyllyihin ja järjestykseen. Lavat vievät paljon lattiapinta-alaa ja työskentelytilaa (kuva 17).

Shark-järkäleen komponenttien varastoinnin tilantarve on suunnilleen yhden kaksipuoleisin kuormalavahyllyn kokoinen pienempien komponenttien osalta. Ylärunkojen ja perusrunkojen varastointiin vaadittiin yksi hylly ja noin kuusi neliötä lattiapinta-alaa.



Iskutyynyjen ja niiden aihoiden tilantarve ei ollut niin suuri, koska niitä pystyttiin varastoimaan päällekkäin. Iskutyyny varastoitiin kokonaisuudessaan lattialle ja kuormalavoille.



KUVA 14. Tavaraa lattialla. (Valokuva Aki Tarkiainen.)

Huomioitavana asiana oli myös putkenleikkauspaikan pienentäminen, jotta saataisiin lisää tilaa varastoinnille ja pellityssolulle. Nykyisellään putkenleikkauspiste on hieman sekava eikä sen varastointia ole kunnolla hoidettu (kuva 18).



Kuva 15. Putkenleikkaussolu. (Valokuva Aki Tarkiainen.)

### 7.3 Lopullinen layoutmalli

Pienikokoisissa osavalmistusta ja kokoonpanoa tekevissä tuotantotiloissa tulisi pyrkiä lyhyisiin materiaalinsiirtoihin ja saamaan osavalmistus kokoonpanon välittömään läheisyyteen. Suurikokoisissa tehtaissa osavalmistus ei välttämättä mahdu kokoonpanon viereen, niin on keksittävä jokin kuljetusjärjestelmä. Tuotteiden valmistus voi muodostaa myös ketjun, jossa ei ole erillistä osavalmistusta ja kokoonpanoa. (Ilkka Lapinleimu 2009, 137.)

Layoutilla on suuri vaikutus tuotannon sujuvuuteen ja läpimenoaikoihin. Suurimpia läpimenoaikoihin vaikuttavia tekijöitä on hitsauskokoonpanon jälkeinen koneistus, jossa työstettävä kappale pitää siirtää hitsauspuolelta koneistuspuolelle. Tämän lenkin takia läpimenoaika pitenee, koska työstettävä kappale voi olla huomattavan suuri eikä sitä pystytä liikuttamaan kuin siltanostureilla. Layoutissa pitäisi pyrkiä mahdollisimman suoraviivaisiin ja lyhyisiin kappaleiden siirtoihin eikä materiaalien pitäisi ruuhkautua yhdelle paikalle.

Lopullisessa layoutmallissa päädyttiin siihen, että jokaisella koneistussolulla ja hitsaussolulla on oma lähtevän ja tulevan tavaran pisteensä, mikä selkeyttää ja helpottaa varastointia. Muutoksia layoutiin tuli myös putkisolun, joka pieneni yhteen putkihyllyyn ja kahteen putkenleikkauskoneeseen. Varastopaikkojen järjestelyllä säästettäisiin tilaa ja tuotantotilojen yleisilmeestä tulee siistimpi. Järjestelyllä saavutettaisiin myös rahallista säästöä, koska turha tavara saataisiin uudelleen kiertoon. Pienentyneen putkenleikkaussolun johdosta varastointitilaa tuli yhden hyllykön verran lisää ja pellityssolu saatiin rajattua omaksi alueekseen.

Varastopaikkoja lisättiin huomattavasti järkäleen osille, ja ne sijaitsivat hitsauspuolella, koska siitä osilla on lyhyt matka maalaukseen. Suurimpia muutoksia syntyi runkojen varastointipaikalle, jonne suunniteltiin yksi hylly ja tehtiin lattiamerkinnot ylärungoille. Iskutyynyjen varastointi suunniteltiin jauhekaarihitsauksen viereen lattialle ja karuselli sorvin viereen.



#### 7.4 Layoutin vaikutus kustannuksiin

Layoutin muutoksista säästyviä kustannuksia voidaan esittää alla olevan taulukon (taulukko 1) avulla. Taulukossa on otettu huomioon ne toiminnot jotka säästävät aikaa tuotannosta. Taulukon arvot ovat vain arvioita, eikä niitä ole mitattu käytännössä.

Taulukko 1. Arvio layout muutoksien vaikutuksista ajallisesti.

Toiminta	Säästetty aika/ työntekijä	Kokonaisaika päivälle	Aika/viikko
Hitsauspaikalla lähtevän ja saapuvan tavarán pisteet	30min/päivä	6h	30h
Järkäleen osille selvästi määritetyt varastopaikat	30min/päivä	30min	2,5h
Järkäleen rungoilla omat varastopaikat	10min/päivä	10min	50min
Iskutyynyille omat varastopaikat lähellä työstökonetta	15min/iskutyyny	30min	2,5h
Yhteensä			35,8h
Aika vuodessa (52 viikkoa)			1861,6h
Kustannukset vuodessa (30e/h)			<b>55 848 €</b>

Taulukon vasemmassa reunassa on kuvattu muutos toimintona ja yläreunassa säästetty aika työntekijää kohden. Hitsauspaikan yhteyteen lisäämällä saapuvan ja lähtevän tavarán pisteet, jotka toimivat keräilijä periaatteella säästäisi jokaiselta hitsarilta 30 minuuttia aikaa työpäivästä. Hitsaajia työskentelee Kylmämaässä noin 12 kappaletta ja päivässä aikaa säästyisi kuusi tuntia tuotannosta, mikä tekee viikossa 30 tuntia tuottamatonta aikaa.

Järkäleen osien varastoinnin selkeyttämällä, säästettäisiin aikaa 30 minuuttia varastomieheltä päivässä. Selkeä varastointi tarkoittaa sitä, että jokaiselle osalle on tarkasti määritelty omat paikkansa varastossa. Varastomiehen ei tarvitse etsiä vapaata tilaa

valmiille tuotteille ja aikaa säästyy. Aika säästö viikossa on yhteensä 3,3 tuntia. Isku-tyynyjen varastoinnin järjeistämällä omille paikoilleen säästäisi varastomieheltä ja työmiehiltä päivässä aikaa yhteensä 15 minuuttia. Runkojen omilla varastopaikoilla säästää aikaa noin 10 minuuttia päivässä.

Kaikista muutoksista saavutettu aika etu olisi viikossa 35,8 tuntia, joka tekee vuodessa noin 1 800 tuntia. Tuntihinta lasketaan 30 eurolla tunti, mikä on realistinen tuntihinta yritykselle jokaista työntekijää kohden. Rahaksi muutettuna tästä syntyy noin 50 000 euron kustannukset vuositasona, joka on hyvin huomattava summa ja jonka voisi olla muutettavissa pienillä muutoksilla voitoksi.

## 8 YHTEENVETO

Työn ensimmäisenä tavoitteena oli Komas Oy:n Kylmämäen toimitilojen layoutin mallintaminen. Layoutissa tuli näkyä tuotannon eri osat ja materiaalien varastointi. Tavoite onnistui hyvin ja layoutmallista yritys sai hyvän työkalun tuotannon suunnitteluun. Layoutin esiselvitystyö oli hyvä pohja aloittaa opinnäytetyö sillä se auttoi selvittämään materiaalien kulkua ja varastointia.

Toisena tavoitteena oli suunnitella uusi layoutmalli, jossa olisi huomioitu Shark-järkäleen varastointitarve ja jossa olisi tuotantoa parantavia seikkoja. Uudesta mallista tuli halutunlainen, ja siihen saatiin lisättyä Sharkin osille tarvittavat varastointipaikat. Layoutin avulla Komas Oy pystyy suunnittelemaan paremmin tuotantoaan ja varastointia. Uuden layoutin muutokset toteutetaan tulevaisuudessa. Tuloksiksi saatiin myös Shark-järkäleen perusrungoille suunniteltu varastointihylly. Hyllyä varten tehtiin tarvittavat laskelmat kestävyysliittymien liittyen.

Kokonaisuutena opinnäytetyö on ollut opettavainen kokemus, ja se on avartanut konepajateollisuuden toimintaa ja toimintamalleja. Näkemystä on tullut myös insinöörin tehtäväkuvan vaatimuksista.

## LÄHTEET

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. *Teollisuustalous*. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.

Junttan Oy Yrityksen www-sivu. [viitattu 2012] Saatavissa:  
[http://junttan.com/products/hydraulic\\_impact\\_hammers](http://junttan.com/products/hydraulic_impact_hammers)

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. *Kuljetukset ja varastointi - järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys ry.

Komas Oy. Yrityksen www-sivu. [viitattu 2012] Saatavissa:  
[http://www.komas.fi/komas-web/fi/komas\\_group.html](http://www.komas.fi/komas-web/fi/komas_group.html)

Lapinleimu, I., 2009. *Ideaalitehdas – Tehtaan suunnittelun teoria kiteytettynä*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto

Lapinleimu, I. Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. *Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY konepajan tuotantotekniikka.

Miettinen, P. 1993. *Tuotannonohjaus ja logistiikka*. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

SFS-EN 9001, 2001. *Kiinteät palonsammutusjärjestelmät*. Palopostit.  
Osa 1: Pikapalopostit muotonsa säilyttävällä letkulla.

Toivanen, J. & Pirinen, M. 2010: *HitNetWork-projektisuunnitelma*. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

